

# 에어드론 EV 충전기와 지상모빌리티 EV 충전기의 상호보완형 통합구독서비스 콘셉트에 관한 연구

안 현 아<sup>1,2)</sup> · 어 준 혁<sup>\*1,3)</sup>

홍익대학교 미술디자인문화연구소<sup>1)</sup> · 홍익대학교 대학원 산업디자인전공<sup>2)</sup> · 홍익대학교 산업디자인전공<sup>3)</sup>

## A Study on the Integrated Subscription Service Concept of Complementary Air Drone EV Chargers and Ground Mobility EV Chargers

Hyuna Ahn<sup>1,2)</sup> · Junhyuck Eoh<sup>\*1,3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Art Design & Culture Research Institute, Hongik University, Seoul 04066, Korea

<sup>2)</sup>Department of Industrial Design, Graduate School of Hongik University, Seoul 04066, Korea

<sup>3)</sup>Department of Industrial Design, Hongik University, Seoul 04066, Korea

(Received 18 April 2024 / Revised 9 June 2024 / Accepted 9 June 2024)

**Abstract :** As part of the government's electric vehicle(EV) promotion policy for societal innovation, autonomous driving for low-carbon emissions is gaining momentum. Consequently, there is an increasing need to address the polarization and insufficient infrastructure of EV charging stations, considering that the inadequacy of charging stations may impact the growth and demand in the electric vehicle market. Thus, recognizing the critical role of overcoming the shortcomings of existing EV charging stations in the widespread adoption of autonomous driving is imperative to assess the current status and challenges of conventional EV charging stations.

**Key words :** Autonomous driving(자율주행), Electric vehicle chargers(전기차충전기), Drone(드론), UAM(도심 항공 교통), Mobility(이동성 운송기기), Subscription service(구독서비스)

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

자율주행(Autonomous driving)은 미국 국방부에서 2004, 2005, 2007 DARPA 그랜드 챌린지라는 무인자동차 경주대회를 통해 발전하게 되었다. 2007년에 대회에서 Urban challenge를 모의로 Autonomous driving 도시환경을 설계해 자율주행을 하는 것으로 확대되었다. 구상에 의하면 “2009년 구글의 Autonomous driving 실험을 시발점으로 자율주행에 대한 개념이 대중에게 처음 인식이 되었으며 자율주행의 범위는 자동차 하나에만 국한된 것이 아닌 포괄적으로 움직이는 모든 모빌리티(Mobility)에서 적용되기 시작하였다. 그 이후로 자율주행기술을 토대로 여러 다양한 비즈니스 모델이 개발되기 시작하였다.<sup>1)</sup>

자율주행기술의 레벨이 높아짐에 따라 국가정책의 일환으로 2027년 완전자율주행 상용화에 목표를 두었다. 정부는 “자율주행 차량 간, 전기차와 인프라 사이를 오가는 국가표준(KS) 2건을 제정”하였다. 산업통상자원부(국가기술표준원)와 국토교통부는 “2020년부터 표준안을 개발하여 지자체뿐만 아니라 국제표준인 SAE(국제자동차기술자협회) 표준과도 함께 진행”하였다.<sup>2)</sup>

서울시에서는 “모든 차량에 2050년까지 친환경(전기차, 수소차)로 전환하는 목표를 세우고 있다. 2035년부터는 내연기관을 종료하고 전기차와 수소차만 등록할 수 있도록 계획 중이다. 그리고 시내버스를 비롯하여 2021년 대중교통 전기·수소차 도입을 의무화하였고 2025년까지 전체 시내버스 절반 이상을 전기차와 수소차로 전환하고 택시도 택시 전기·수소차 의무화를 위한 목표

\*Corresponding author, E-mail: [jheoh@hongik.ac.kr](mailto:jheoh@hongik.ac.kr)

<sup>1)</sup>This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

로 보조금 확대와 친환경 차량 확대 지원을 마련”하고 있다.

서울시에서 부터 자율화 주행을 목표로 다양한 EV 보급을 위한 다양한 정책을 추진 중이나 현재 EV보급에 방해되는 요소들과 충전 인프라에 대한 부족으로 하이브리드 판매가 역주행하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 정부의 자율화 주행 (Autonomous driving)의 시행계획발표에 따라 전기차의 대중화에 문제가 되고 있는 문제점을 파악하여 대응방안을 마련하고 EV충전기의 충전방식에 대한 시사점 도출에 그 목적이 있다.

### 1.2 연구의 범위

본 연구에서는 EV의 대중화에 걸림돌이 되고 있는 EV충전시설의 거시적문제를 파악하여 EV(Electric Vehicle)의 대중화와 자율주행에 도움이 되고자 한다.

이를 위해서 자율화 주행 정책의 걸림돌이 되고 있는 현재 EV 충전시설의 문제점 현황을 파악하고 충전 인프라문제를 에어 드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기의 특성을 통해 효과적인 EV 충전 솔루션을 다음과 같은 네가지 범위로 제안하고자 한다.

- 첫째, 자율화 주행시 EV(Electric Vehicle) 충전 시설 문제점에 대한 고찰
- 둘째, UAM 기반의 에어드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV(Electric Vehicle)충전기로서의 특성고찰
- 셋째, EV 충전개선을 위한 디자인 솔루션
- 넷째, 상호 보완형 2가지 방식의 통합 구독서비스

이번 연구에서는 자율화주행시 전기차의 충전문제와 대응방안을 UAM 드론의 특성을 활용해 EV(Electric Vehicle)충전기로 제안하기 위한 목적으로 연구하였기 때문에 UAM 기반의 드론의 정부규제정책과 드론 하늘길 조성에 대한 연구는 제외하였다. 본 논문에서는 기존의 새로운 EV충전방식에 대한 인식변화와 UAM을 활용한 대안에 초점을 맞추고자 했기 때문이다.

## 2. 전기차 충전시설 문제점에 대한 거시적 고찰

### 2.1 충전시설 문제점에 대한 사회학적 요인

전기차 충전시설의 사회학적 요인에는 전기차의 충전 인프라의 양극화 현상과 지역별 전기차의 보급율에 대한 편차가 큰 요인이 문제점이 되었다.

### 2.1.1 전기차 등록 현황 및 충전 인프라 양극화문제

한국자동차 연구원 기술정책실 이호는 “세계 각국가에서는 미래 기후변화에 대비하는 파리협정에 의하여 탄소배출량 감축을 위해 지속적으로 노력하고 있으며, 이 중에서도 차량에 의한 온실가스 감소에 효과적인 친환경차 보급 활성화를 위하여 노력하고 있다”고 하였다.<sup>4)</sup> 다음 Fig. 1과 같이 국토부에서 발표한 2022년 1월의 연도별 전기차 보급현황이다.<sup>5)</sup>

지자체별 전기차 보급 추이를 보았을 때, 서울지역과 제주지역, 경기지역과 대구 지역 등의 보급률이 타 지역에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다.<sup>6)</sup> 지자체별 전기차 보급 추이를 Fig. 1에서 살펴보면, 제주특별자치도의 급속 및 완속 충전기 보급 대수가 가장 많은 것으로 나타나고 있다. 이로 인해 충전시설의 지역별 편차가 커

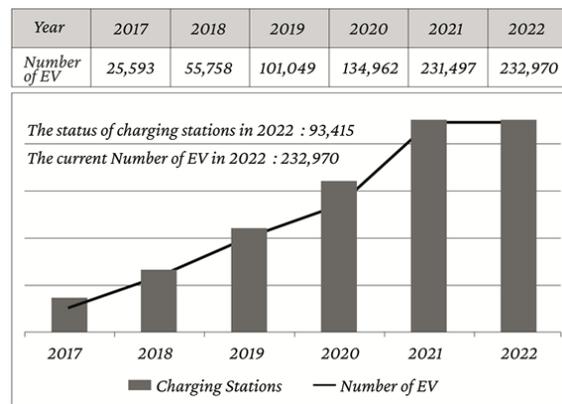


Fig. 1 EV distribution status by year for January 2022<sup>6)</sup>

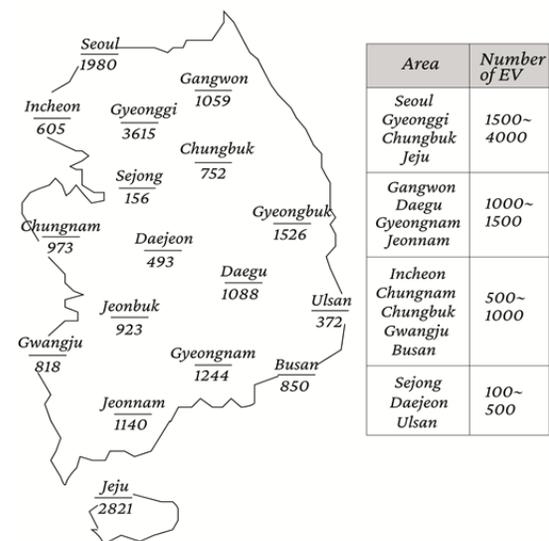


Fig. 2 The supply of EV by Local Governments<sup>6)</sup>

저 전기차 대중화에 많은 불편함을 초래하고 있다.

2021년 국토정책 Brief 이용자 중심 친환경차 충전인프라 구축방안에 의하면 전기차 충전소 보급율이 서울, 경기, 경북, 제주도에 비해 세종, 대전, 울산의 경우 지역별 편차가 커 전기차 보급률에 악영향을 주고 있음을 알 수 있다.<sup>7)</sup>

**2.1.2 서울시 EV 등록 현황 및 EV 충전 인프라 현황**

“2022년 기준 서울의 전기차 등록 대수는 총 41,693대로 등록 대수가 상대적으로 많은 지역은 강남구가 112,176대로 1위를 차지하였으며 29.2%의 점유율을 보였다.”<sup>8)</sup> “강남구 다음으로 구로구가 3,799대, 서초구가 3,497대로 각각 9.11%, 8.39%로 뒤를 이었다. 등록대수가 상대적으로 적은 지역은 강북구가 514대로 가장 적었으며, 금천구와 종로구도 적은 수치를 기록하였다. 서울시 행정구별 전기차 점유율은 Fig. 3과 같다.”<sup>6)</sup>

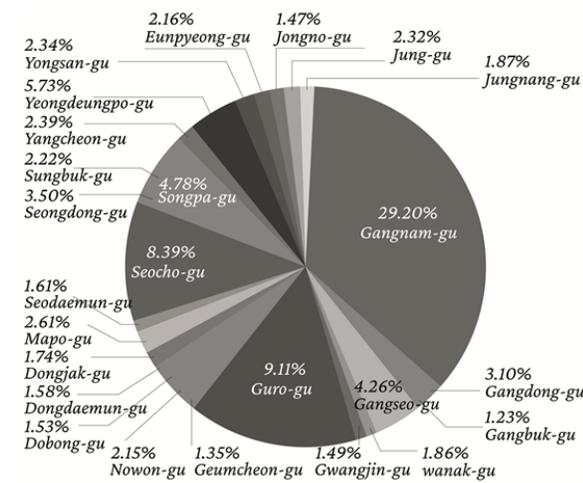


Fig. 3 EV share by Administrative Region of Seoul<sup>6)</sup>

**2.2 충전시설 문제점에 대한 물리학적 요인**

EV(Electric Vehicle) 충전시설의 물리학적 요인에는 EV 충전소를 소비자가 직접 방문하는 방식(FCS: Fixed Charging Station)<sup>12)</sup>을 선택할 수밖에 없는 방식이 전기차 수요에 방해가 되고 있다. 현재의 부족한 EV 충전소를 수량만 늘려 직접 방문 충전하는 방식에는 Fig. 4와 같이 크게 네가지 문제점을 야기한다.

첫째, 접근성에 대한 문제점으로 전기배터리 충전을 위해 EV 충전소까지 이동소요시간으로 교통체증이 생길 경우 도로 한복판에서 배터리가 방전될 우려가 있다.

둘째, 충전 대기시간에 대한 문제점으로 EV 충전소에서 최소 1시간 이상의 EV충전 대기 시간 동안 배터리가

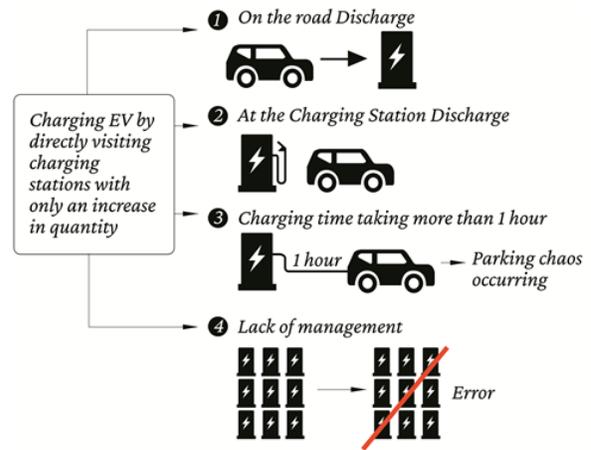


Fig. 4 The problem of dcharging electric vehicle in person by increasing the number of charging stations

방전되는 문제점이 있다. “EV 운전자가 긴 충전 대기 시간과 빈 충전소를 찾아 헤맨 경험은 전기차에 대한 불안감(Range anxiety)을 장거리 운행을 주저하게 만들며 전기차의 대중화에 장벽이 된다.”<sup>9)</sup> “급속 EV 충전소를 설치, 운영하는 입장에서는 고가 설비투자에도 불구하고 낮은 가동률으로 비용 회수가 힘들다. 즉, 충전소의 부족과 이용 부족이라는 상반된 두 상황이 공존하고 있는 것이 현실이다.”<sup>10)</sup>

셋째, EV 충전소의 공간을 차지하는 문제점(부동산)에 대한 문제점이다. “EV충전소가 적은 지역에서는 1시간 이상 충전시간이 오래 걸리고 많은 수의 전기자동차가 몰려 충전하는 현상으로 인해 교통체증 및 주차난을 유발 시킨다. 아파트에서는 주차 공간이 부족 할 경우, 비어 있는 전기차 충전기 위치로 주차를 한다. EV 충전기의 경우 자체적으로 내연기관차 주차 여부에 대해 확인할 수 있는 장치가 없기 때문에 전기차가 충전하러 위치에 도착했을 시에는 충전기는 사용 가능해도 내연기관차가 주차해 있을 경우, 충전이 어려워진다.”<sup>3)</sup>

넷째, 수량이 많아진 EV 충전소의 관리부실로 충전 중 충전기 고장이 다수 발행하게 된다.

**2.3 전기차의 특성요인에 따른 문제점**

**2.3.1 빠른 배터리 소모 문제점**

자율주행 기술을 탑재한 EV의 경우, 일반적으로 자율주행 기능이 활성화되어 있는 동안에는 추가적인 전력이 필요해 전기차 배터리 소모량이 높아진다. 자율주행 기술은 차량 주행에 필요한 다양한 데이터를 수집하고 처리해야 하므로 이에 따른 센서, 카메라, 레이더 등의 장비가 활성화되어 전력 소모가 발생한다.

자율주행 시스템은 실시간으로 주변 환경을 감지하고 분석해야 하므로, 이러한 계산 작업에도 전력을 소모하게 된다. 이러한 이유로 빠른 배터리 소모에 대한 설문조사로 전기 자동차를 사용하기 전과 후의 배터리 효율 저하 우려 정도는 Fig. 5와 같다.<sup>11)</sup>

배터리 효율 저하에 대한 매우 염려와 다소 염려의 비중이 사용 전 60.5 %, 사용 후 41.1 %로 높다. 즉, 배터리 소모가 높기 때문에 충전에 대한 압박감이 심화되고 있다.

Fig. 6에서는 EV 충전이 필요하다고 느끼는 배터리 잔량에 대한 설문조사로 72 %가 잔량 10~20 %와 20~30 % 일 경우 EV 배터리 충전에 대한 필요성을 느낀다는 응답이 가장 많았다.<sup>11)</sup> 따라서 배터리 잔량이 최대 30 % 남았을 때부터 충전에 대한 압박감에 대해 알 수 있다.

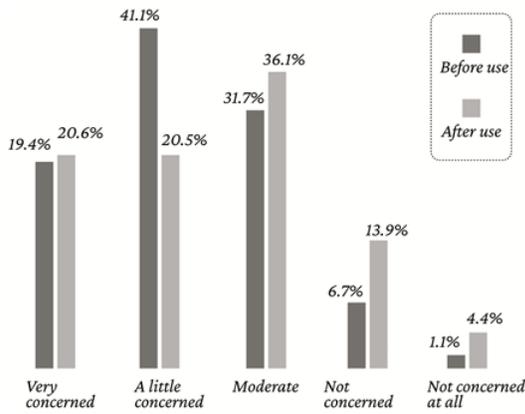


Fig. 5 Survey on concerns about battery efficiency before and after EV use<sup>11)</sup>

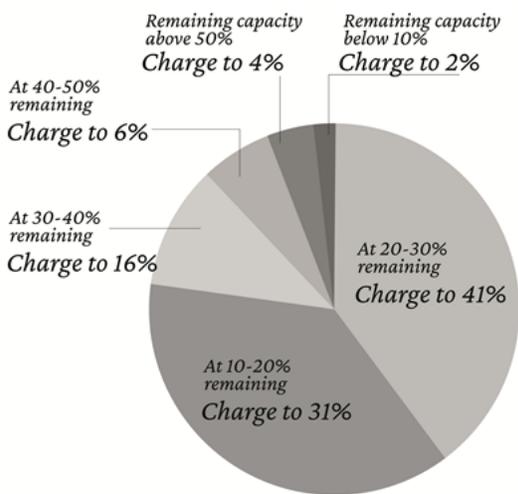


Fig. 6 A survey on the perceived battery level at which individuals feel the need for EV charging<sup>11)</sup>

### 2.3.2 급속충전과 완속충전에 따른 배터리 수명의 관계성

급속충전의 경우 완속충전시 보다 열화현상이 발생하게 된다. 전기적 열화현상은 짧은 시간에 고온의 온도를 발생시켜 과부화로 인해 문제를 발생시키는 현상을 말한다. 이러한 고속 충전의 경우 EV 충전의 시간은 단축시킬 수 있는 장점은 있지만 Table 5와 Fig. 7에서 같이 사용 빈도가 높을 수록 배터리의 수명 열화로 인해 수명 단축되어 배터리의 충전 시간이 점차 감소하게 된다.<sup>11)</sup>

Table 5 Fast Chargers and Slow Chargers<sup>11)</sup>

Type	Fast charging station.		Regular charging station	
Supply capacity	50 kW	100 kW	7 kW	3.3 kW (Portable, allowable standards, 15 A)
Charging time	From complete discharge to about 80 % takes approximately 60 minutes	From complete discharge to about 80 % takes approximately 30 minutes	From complete discharge to about 80 % takes approximately 7 hours	From complete discharge to full charge takes approximately 16 hours

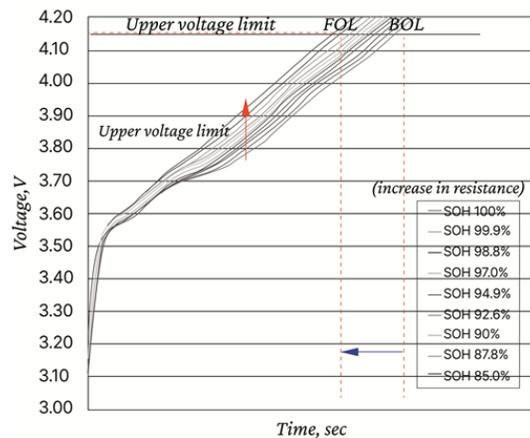


Fig. 7 The relationship between reduced charging time and deterioration of battery life<sup>11)</sup>

### 2.4 현재의 EV 사용 만족도 인프라, EV충전방식(FCS)문제점 파악을 위한 정량적조사

모바일 충전방식(MCS: Mobile Charging Station)<sup>12)</sup>의 경쟁력 검증과 자율주행시 EV의 대중화를 위해 현재 전기차를 사용하고 있는 소비자를 대상으로 9가지 문항의 정량적 조사를 하였다.

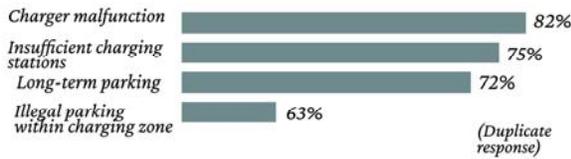


Fig. 8 Survey on most important factors in buying an EV

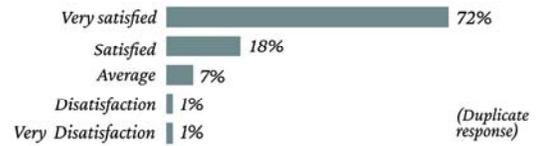


Fig. 14 Survey on satisfaction of repur chasing electric vehicles in the future

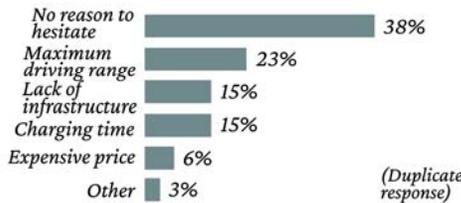


Fig. 9 Survey on why you are hesitant to buy an EV car

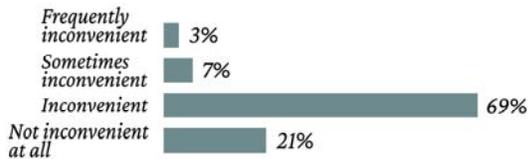


Fig. 10 Survey on the degree of inconvenience of charging an EV car

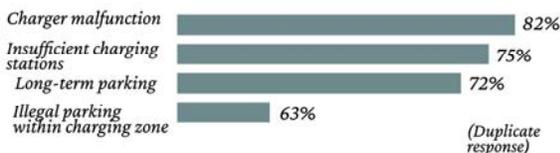


Fig. 11 Survey on the reason for electrical charging inconvenience

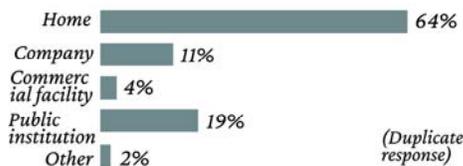


Fig. 12 Survey on a place where electric car is mainly charged

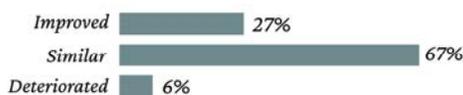


Fig.13 Survey on improve charging and improvement compared to purchase points

### 2.5 분석결과

서베이의 정량적 조사를 통해 전기차의 구매시 전기 충전여부에 대한 비중이 매우 높다는 점과 전기 충전시 EV충전소 수량 부족문제와 인프라문제로 인해 전기차 구매에 영향을 크게 미친다는 분석결과를 도출 할 수 있다.

전기차 구입을 주저하는 가장 큰 문제는 최대주행거리와 인프라 부족이 원인으로 전기차 충전문제가 EV의 구매에 큰 영향을 끼친다는 점을 확인할 수 있다.

또한, EV 충전을 하면서 장시간 주차, 충전구역 내 불법주차 등 현재 충전소를 직접 방문해 전기차를 충전하는 방식에도 문제점이 있음을 확인할 수 있다.

충전구역 내 장시간 충전시간에 따른 장시간 주차로 충전구역의 불법주차로까지 이어지는 문제 또한 영향이 크다는 점을 알 수 있다. 따라서, 최소 1시간 이상의 충전 시간이 길어짐에 따라 주차대란과 같은 새로운 문제점이 발생 할 수 있다.

소비자의 정량적 설문조사를 통해 미래의 전기충전기 방식에는 가까운 지점의 충전소나 버티포트같은 중간지점에서 충전해 소비자에게 방문하는 방식의 에어드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기 두가지 타입으로 상호보완형 통합구독서비스를 개발 고자 한다.

### 3. 에어 드론과 지상 모빌리티에서 충전기로서의 특성

“최근에는 전통적인 FCS를 이용한 충전 방식 이외에도 이동식 전기차 충전소(Mobile charging station, MCS), 무접속 방식 충전(Contact-less Charging)등 새로운 기술이 연구되어 상업적으로 운영을 하게 되면서 기존에 고정 충전소로 인한 불편함과 충전소 인프라의 부족함을 완화해주고 있다.”<sup>12)</sup>

그중에서도 전기차 무접속 방식 충전기술은 플러그로 연결할 필요가 없이 충전이 가능한 것이고 전기차와 충전기를 직접 전기적으로 연결하지 않아도 되는 배터리 무선 충전 등의 기술이 있다.<sup>13)</sup>

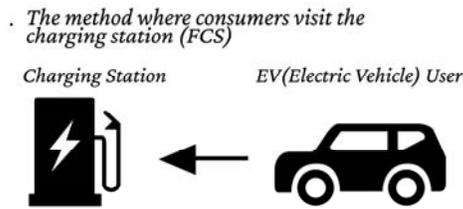


Fig. 15 Fixed charging station, FCS<sup>12)</sup>

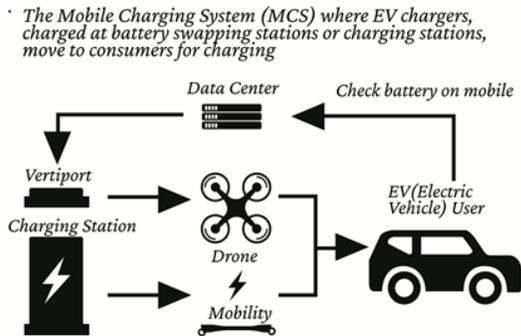


Fig. 16 Mobile charging station\_MCS + Wireless chargers

### 3.1 에어 드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기를 상호보완시 특성

에어 드론 무선터치 EV 충전기와 에어드론의 약점인 악천우의 경우 지상모빌리티 EV충전기로 상호보완할 수 있다. 상호보완 EV충전기는 가장 큰 문제가 되고 있는 충전소까지 이동시간 절약, 충전대기시간 절약, 주차난 해소, 충전을 위한 전기차의 장시간 주차로 인한 교통체증해소, 충전기 수량 부족해결, 충전구역 내 불법주차해결, 양극화된 지역별 충전 인프라 문제해결, 불필요한 충전소 방문시간소모, 빠른 배터리 소모에 대한 불안감 해소 등을 해결 할 수 있다.

### 3.2 한계점

현재 드론에 대한 안전성에 대한 규정, 많은 수의 드론이 이동시 필요한 하늘길 레이어 범위와 하늘길 교통법규문제 등이 구체화 되지 못해 이에 대한 대응방안이 필요하다.

### 3.3 에어 드론 무선터치 EV충전기의 지탱 무게와 장시간 전기 배터리 효율성에 대한 방안

무게와 장시간 배터리 사용이 가능한 효율성에 대한 사항으로 미국의 NSF 홈페이지에 소개된 “맥도웰 연구팀의 새로운 배터리 시스템은 한 번의 충전으로 전기 자동차를 더 오래 주행하고 제조 비용은 저렴하면서 환경

Table 6 SWOT Analysis

Strength	Weakness
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Time saved traveling to charging stations</li> <li>• Time saved during charging waiting</li> <li>• Alleviation of parking shortages</li> <li>• Alleviation of traffic congestion caused by prolonged parking for charging electric vehicles</li> <li>• Addressing charging infrastructure issues in polarized regions</li> <li>• MCS usage method → No need for electric vehicle mobility</li> <li>• Fast charging is available even in remote areas such as mountains where mobility is difficult</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• During severe weather conditions such as storms and typhoons, ground mobility EV charging stations are deployed instead of air drones.</li> <li>• The cost varies depending on the customer’s situation and is billed based on the service provided, either through air drones or ground mobility. The monthly cost is not fixed</li> </ul>
Opportunity	Treat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Most of the current issues such as visible charging station quantity, charging wait times, traffic congestion, prolonged parking issues, charging infrastructure disparities, and anxiety over fast battery charging are resolvable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Current regulations regarding drone safety</li> <li>• Discussion needed regarding skyway traffic regulations, especially in cities with many high-rise buildings</li> </ul>

에 긍정적인 영향을 주는 알루미늄 배터리를 개발하였다. 배터리 연구개발자들은 수 년 전부터 리튬이온의 한계에 접근하였다. 차세대 장거리 차량, eVTOL(전기수직이착륙)이나 드론 등의 전기 항공기가 출시되면서 리튬이온보다 성능이 뛰어나고 가볍고 안전하고 저렴하면서 강력한 배터리 시스템에 대한 연구를 하였다.

기존의 리튬 이온 배터리는 화재를 일으킬 수 있는 가연성 액체가 포함되어 있는 반면에 전고체 배터리가 등장하면서 화재의 위험성이 없고 알루미늄 양극은 기존의 양극재료보다 더 많은 리튬을 저장해 더 많은 에너지 저장이 가능하다. 맥도웰 연구팀은 리튬 이온 배터리를 능가할 수 있는 고에너지 밀도의 고성능 배터리를 개발하는 데 성공하였다.

알루미늄 배터리의 장점은 경량하고, 장시간 사용이 가능하며 화재에 대한 안전성이 높고 가격이 저렴하여 향후 차세대 드론의 배터리로서 적합하다.<sup>14)</sup>

#### 4. EV전기충전기의 디자인 솔루션

디자인솔루션은 EV충전시 고객이 느끼는 5가지 문제점에서 어떻게 하면 문제점개선이 가능할지에 대한 How Might We Statement에 대한 디자인솔루션이다.

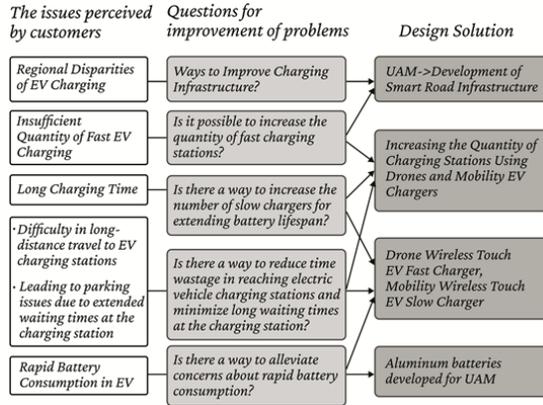


Fig. 17 Design solutions for improving EV charging

#### 4.1 전기 자동차 구조와 에어 드론 구조 조사

EV충전기의 폼팩터는 전기차 하부 배터리에서 무선 터치로 충전이 용이 하도록 전기차의 법적 최저지상고인 10 cm보다 낮은 높이에 맞추고 제품의 가로, 세로 크기는 각각 Wheelbase(축거), Tread(윤거)보다 작은 사이즈로 정한다.

에어 드론 무선터치 EV충전기의 경우 가벼우면서 빠르고 안정적인 알루미늄 배터리 수송을 위해 로터의 형태와 수에 따라 양력이 달라짐으로 주로 산업용 드론에 사용되며 헥사콥터보다 안정성이 높은 옥토크터의 변형인 X8의 옥토크터로 제작한다. X8 옥토크터는 4개씩 2층으로 구성된 총 8개의 상하 모터를 시계반향, 반시계 방향으로 2개씩 2층으로 묶은 콥터형상이다. 모터 최대 출력을 찾기 위해 최대 출력 수가 발생하는 회전수를 확인해야 한다. 즉, “최대 출력수를 높이기 위해서는 로터의 수와 크기가 중요하다.”<sup>15)</sup>

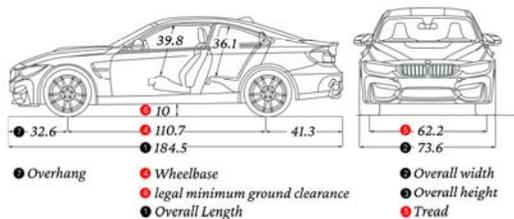


Fig. 18 EV structure for EV chargers development

다음의 Fig. 20은 드론비행에 중요한 X8 옥토크터의 양력원리이다. 8개의 로터는 1번과 5번, 4번과 8번이 각기 반대방향으로 회전하고 2번과 6번, 3번과 7번이 각각 반대방향으로 회전하여 기체가 회전하지 못하고 중심을 잡을 수 있도록 한다.

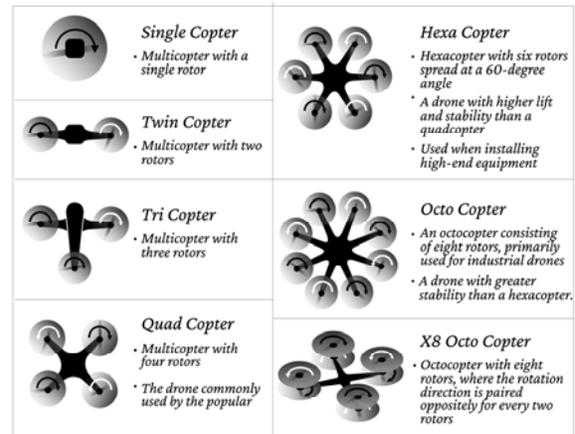


Fig. 19 Structure of drone for EV chargers development

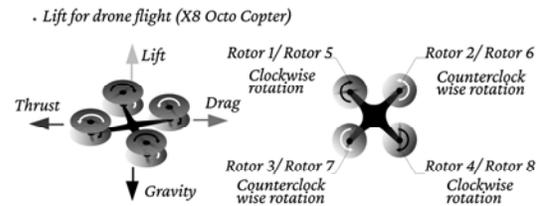


Fig. 20 The lift principle of the X8 octocopter drone

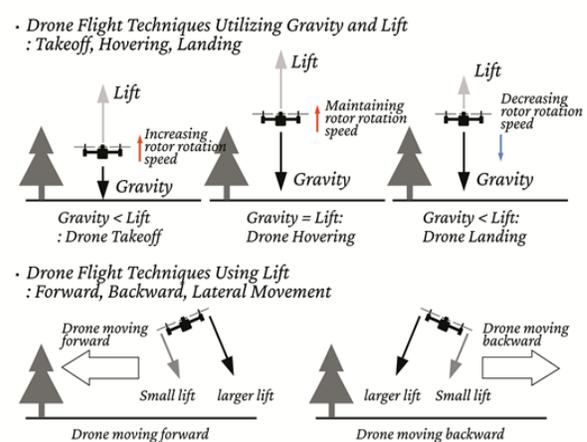


Fig. 21 Flying technology of drones using lift and gravity principle of the X8 octocopter drone

이러한 로터회전방식을 이용해 드론의 좌우 회전을 조종하여 이륙, 호퍼링, 착륙, 전진, 후진, 좌우 수평이동이 가능하다. 드론의 8개의 로터가 같은 속도로 회전시 8개의 로터에서는 같은 크기의 양력이 발생하여 드론은 수직으로 이륙한다.<sup>16)</sup>

드론이 이륙 후 양력과 중력의 힘이 같아진다면 드론은 공중에서 재자리에 떠있는 호버링이 된다. 여기서 로터 8개의 회전 속도를 줄인다면 양력이 중력보다 약해지면서 드론은 밑으로 내려오게 된다. 이렇게 8개의 로터 속도를 조절하여 드론은 이륙하고 착륙도 할 수 있다.

**4.2 Principle of Charging 충전원리**

에어 드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티의 EV충전기의 경우, 건물 옥외에 충전식 버티포트를 설치하여 소비자의 배터리 잔량이 25% 남았을 시, 모바일로 자동으로 인식하여 충전하고 있던 버티포트에서 MCS방식으로 충전한다.

· Charging principle of Dron & MObility Wireless Touch Electric Charger

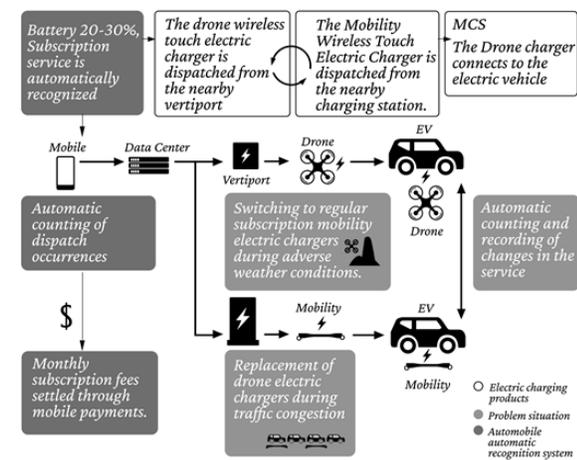


Fig. 22 EV Chargers Principle

가장 가까운 버티포트에서 에어 드론 무선터치 EV 충전기가 전기차량으로 비행해 전기차 배터리 하부의 터치방식으로 급속 충전한다. 교통체증이나 기상악화시에는 에어 드론비행의 위험성에 대한 우려가 있어 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기로 자동변경되어 상호보완식으로 충전되는 방식이다.

**4.3 비즈니스 캔버스 모델**

비즈니스 모델의 최적화, 자원활동의 공유 획득을 위한 파트너십으로 기업에서의 핵심활동은 구독형태의 EV충전기(에어 드론형/지상 모빌리티)를 개발한다. 정

Key Partner	Key Activity	Value Proposition	Customer Relationship	Customer Segment
	Key Resource		Channel	
Cost Structure			Revenue Streams	

Fig. 23 Business canvas model

부의 핵심활동은 UAM 하늘길의 경로 설정, 에어 드론형의 경우 EV충전을 위한 충전 버티포트 위치 선정을 한다.

회사가 가치를 실현하기 위한 핵심활동에서는 전기차 충전기의 UAM 에어 드론 적용 가능여부 확인하고 에어 드론 무선터치 EV 충전기의 충전 버티포트 위치와 수량을 선정한다. 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기의 경우, 현재 충전소 위치를 파악한다.

핵심활동을 수행하기 위한 핵심자원에서 UAM 에어 드론형의 EV충전기에서는 장거리 차량, eVTOL 전기수직 이착륙을 위한 가벼운 알루미늄 배터리 확보가 필요하고 빠른 충전을 위해 지상 모빌리티 EV충전기와 함께 AI의 스마트 터치충전방식을 적용한다.

가치 실현을 위해 첫째, 전기차 충전시설 양극화를 해소하고 둘째, 스마트 도로 인프라 구축한다. 셋째, 긴 충전시간을 해소하고 충전소까지 이동시간과 충전소에서 대기시간 해소한다. 넷째, 빠르게 소모되는 배터리의 충전에 대한 불안감을 해소시킨다.

고객과의 관계에서 전기차 충전이 필요할 경우, 배터리 잔량이 20~30% 남았을 때 UAM 기반의 에어 드론 무선터치 EV충전기나 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기가 직접 고객에게 방문하여 충전시켜주는 서비스 구독 방식으로 충전소까지 이동이 필요없어 시간, 에너지 소모를 줄이고 배터리 잔량에 대한 불안감을 해소시킨다.

소셜미디어 광고를 통해 찾아가는 충전기 구독 서비스를 알린다.

고급프리미엄 구독서비스의 경우 에어 드론을 활용하여 캠핑, 영업같이 전기소모가 많은 액티비티층이나 주말 나들이를 자주하는 타겟층에 서비스한다. 배터리 수명에 대한 안전성을 위한 타겟층이나 일반 타겟층으로 세분화 한다. 복합구독서비스의 경우, 상황에 따라 자동으로 서비스가 변경된다.

비용구조에는 드론이 이동시 사용되는 전기비용, 세금, 충전버티포트 임대료를 고정비용으로 책정하고, 에어 드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기 원자재 비용, 자재운송비 등에는 변동비용을 책정한다.

수익을 창출하기 위해서는 충전대기 시간에 따라 수익을 배분한다. 충전대기 시간이 가장 빠른 충전 가능 에어 드론형의 경우 고가 프리미엄 구독서비스를 서비스

하고 충전 대기 시간이 있는 지상 모빌리티 무선터치 EV 충전기의 경우 일반형 구독서비스로 서비스한다. 비상 시에는 서로 상호보완 충전이 가능하다.

#### 4.4 EV충전기 콘셉트

##### 4.4.1 에어 드론 무선 터치 EV충전기의 콘셉트

에어 드론 무선 터치 EV충전기는 EV의 하부의 배터리에 접촉하여 무선터치 충전하는 방식으로 폼팩터의 높이는 법적 최저지상고의 10보다 낮은 9로 정하였다.

배터리 수송을 위해 로터의 크기와 수가 배터리의 무게를 감당할 수 있는 X8옥터콥터로 로터가 8개인 드론을 정하였고, 차량의 운거와 축거보다 작은 사이즈이면서 로터의 크기가 충분해야 함에 따라 로터는 접이식 폼팩터로 디자인하였다.

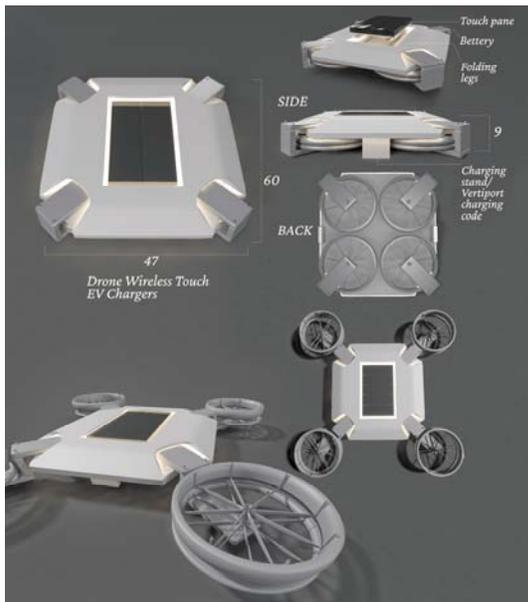


Fig. 24 Concept design of mobility wireless touch EV chargers

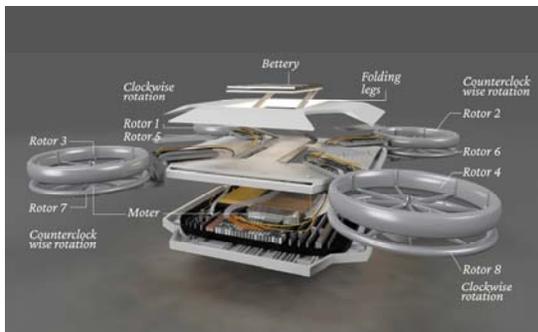


Fig. 25 Exploded simulation of X8 Octocopter Drone



Fig. 26 The method of extending the rotors during flight and retracting them for charging



Fig. 27 Selecting the location of a vertiport in the city center

##### 4.4.2 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기의 콘셉트

지상 모빌리티 무선터치 EV충전기는 EV의 하부의 배터리에 접촉하여 무선터치 충전하는 방식으로 폼팩터의 높이는 현재 전기차 차량의 법적 최저지상고 10 cm 낮은 9 cm로 정하였다.

폼팩터의 가로, 세로 사이즈는 차량의 정면, 측면 모든 방향에서 차량 하부 출입을 위해 차량의 운거와 축거보다 작은 사이즈로 디자인하였다. 차량 하부 출입시 접이식 다리가 펼쳐지면서 충전배터리가 장착되어있는 터치판이 EV의 하부 배터리 부분에 접촉하여 무선터치로 충전이 시작된다.



Fig. 28 Concept design of drone wireless touch EVCharges

## 5. 상호보완형 통합구독서비스

### 5.1 미래 전기자동차의 EV 충전방법에 대한 거시적 인식변화

지금까지의 EV의 충전은 직접 소비자가 방문 해야만 하는 FCS(Fixed Charging Station)방식<sup>12)</sup> 밖에 없었기 때문에 충전소 방문이 힘든 상황임에도 어쩔수 없이 꼭 방문해 충전을 해야만 하였다.

또한 폭풍, 폭설같은 기상악화로 날씨가 좋지 못한 경우나 교통체증으로 차량이 도로 한가운데서 움직이지 못할 경우에는 대응방안이 전무하였으나, MCS(Mobile Charging Station)방식<sup>12)</sup>이 대두되면서 부터는 소비자의 선택사항의 폭이 넓어지고 이제까지 꼭 FCS방식만을 고집할 이유가 없다는 소비자의 인식에 변화가 생겨나게 되었다. FCS와 MCS방식을 복합적으로 서비스받게 되면 배터리 소모의 불안감 없이 편리하게 전기차를 사용할 수 있게 되고 정기적인 MCS방식의 구독서비스로 길거리에서 기다리면서 낭비하던 시간소모를 효율적으로 관리 할 수 있다. 앞으로 사회는 시간에 대한 중요성이 커짐에 따라 효율적인 시간관리를 위해 MCS 방식에 비중이 커질 것이다.

사용자에게 찾아가는 전기자동차 EV충전서비스 컨셉제안을 학술저널에서도 현재의 FCS(Fixed Charging Station)방식의 문제점에 대해 제기하고 있다.<sup>17)</sup>

전기충전 관련 선행 연구에서 보면 EV충전시간 동안 사용자가 차량에 대기하는 경우가 많다는 점과 사용자가 모바일 웹과 네이게이션에 의존해 직접 EV충전장소를 검색하고 움직여야 하는 점을 EV충전 인프라의 문제점으로 제기하였다. 이처럼 실제 사용자의 경험 속에서 충전에 대한 불평요인(Pain Point)는 더 다양할 것으로 예측하였다.<sup>12)</sup>

### 5.2 상호보완이 가능한 통합 구독서비스 방식

MCS(Mobile Charging Station)방식의 구독서비스는 본 연구에서 2가지 타입으로 연구하였는데 첫번째 MCS방식은 UAM 기반의 에어 드론 무선터치 EV충전기로 충전하는 방식이고, 두번째 MCS방식은 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기로 충전하는 방식이다.

에어 드론을 이용한 EV충전방식과 지상 모빌리티 EV충전 방식은 서로의 강점은 극대화하고 약점은 상호보완하여 충전할 수있는 하나의 통합구독서비스로 소비자의 상황에 따라 2가지 충전구독서비스 받을 수 있다.

드론의 경우 이착륙과 버티포트 설치등 설치유지비용이 비싸 고가 프리미엄라인으로 구독서비스하고 모빌리티 EV충전방식은 기존의 EV충전소를 활용하여 가까운 지점에서 모빌리티 EV충전기가 출동하여 충전하는 방

식으로 일반 구독서비스를 진행한다. 구독 서비스는 데이터센터에서 고객의 핸드폰으로 서비스를 선택할 수 있고 구독타입에 따라 매달 자동 결제된다.

데이터센터에서는 실시간으로 고객 EV의 배터리 잔량이 25 %가 되면 소비자가 미리 선택해 놓았던 충전방식의 구독서비스로 해당 EV충전기가 출동하여 충전한다.

### 5.3 상호보완 구독서비스를 통한 카운터 솔루션

#### 5.3.1 접근성 솔루션

고속도로가 교통마비나 교통체증이 발생할 경우, 산악지형같이 지형특성상 지상 모빌리티의 접근이 어려운 경우, 배터리 잔량이 25 %가 되면 자동으로 충전서비스에서 인식해 에어드론 무선터치 EV충전기가 가장 가까운 버티포트에서 출동하여 고속충전한다.

날씨가 폭설, 폭우가 오는 악천우의 경우 에어드론형이 출동하지 못하고 지상모빌리티가 출동하여 전기차와 만날 수 있는 교차점에서 고속충전한다.

#### 5.3.2 충전대기시간 솔루션

EV충전소에 도착하여서도 충전대기 차량이 많이 충전이 힘든 경우, 충전대기 중 방전이 되는 경우, 날씨가 추워 빠른 배터리 방전이 된 경우, 배터리 잔량이 25 %가 되면 자동으로 충전서비스에서 인식하여 지상모빌리티 무선터치 EV충전기가 가장 가까운 EV충전소에서 출동하여 고속이나 완속충전한다.

#### 5.3.3 공간차지 솔루션

아파트 단지내에 완속충전기 수가 너무 적어 충전이 어려운 경우, 아파트의 주차공간이 부족하여 일반차량이 EV완속충전기 위치에 주차한 경우, 배터리 잔량이 25 %가 되면 자동으로 충전서비스에서 인식하여 지상모빌리티 무선터치 EV충전기가 가장 가까운 EV충전소에서 출동하여 고속이나 완속충전한다.

### 5.4 에어드론 무선터치 EV충전기의 시사점

고객의 마음을 알고 서비스를 해주는 고객맞춤화 비스포크(Been Spoken for)시대에서 고객의 상황에 따라 충전방식을 선택할 수 있는 서비스 또한 필요하다는 것을 지금까지 분석을 통해 알 수 있었다. 향후 자율화주행시대가 도래하였을 때는 기존의 판매되고 있는 전기차보다 더 많은 전기배터리 소모가 예상이 되기 때문에 빠르고 편리하게 EV충전이 될 수 있는 방안이 필요하다. 이러한 방안으로 현재 에어드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기의 구독 콘셉트는 지

Table 8 Two complementary integrated subscription service models

Complementary subscription service		
Type	Air drones	Ground mobility
Service	Premium	Regular
Method	The two services complement each other and change depending on the situation, providing service in a dynamic manner	
Dispatch	Automatic dispatch is recognized when the battery level reaches 25 %	
Traffic congestion/ parking shortages	An easily accessible air drone-type EV charging station is dispatched for fast charging However, in severe weather conditions, ground mobility meets at intermediate points where charging is possible for both fast and regular charging	
Mountainous terrain	An easily accessible air drone-type EV charging station is dispatched for fast charging	
Heavy snow Similar severe weather	Ground mobility meets at intermediate points where charging is possible for both fast and regular charging. However, in severe weather conditions, ground mobility meets at intermediate points where charging is possible for both fast and regular charging.	
Inadequate EV charging stations within apartment	Ground mobility moves to locations where charging is available for both fast and regular charging	

금까지의 EV 충전기와는 다른 차별성을 갖춘 대응방안이 될 것이다.

### 6. 결론

본 연구에서는 소비자에게 직접 서비스해주는 UAM 기반의 에어 드론 무선터치 EV충전기와 지상 모빌리티 무선터치 EV충전기 구독서비스를 제시하여 EV충전소의 수량부족과 인프라문제점을 해결하고 새로운 EV충전방식을 인식시키고자 하였다. 기존의 FCS방식으로만 선택할 수밖에 없는 충전방식에서 다양성을 주어 소비자에게 선택의 인식과 폭을 넓혀주고 현재 전기차의 수요량의 감소로 이어지는 원인을 분석해 해결방안으로 2 가지 통합 MCS충전방식을 제안하였다.

다만, 본 연구에서 제안하는 두 가지 통합 MCS 전기 충전 구독서비스를 현실화하기 위해서는 미래형 에어 드론의 무선터치 충전기방식의 경우, UAM의 하늘길 레이어에 대한 규제정책과 비행높이에 따른 수송 안전성의 보장에 대한 별도의 연구가 필요하다.

### 후 기

본 연구는 2024년 홍익대학교 미술디자인문화연구소의 지원으로 연구되었다.

### References

- 1) S. Koo, "The Pursuit of the Origins of Mobility Design Changing Factors through Observing Mobility Concepts," Archives of Design Research, Vol.33, No.2, pp.123-135, 2020.
- 2) Ministry of Trade, Industry and Energy, Korean Agency for Technology and Standards, En Route to the Goal of Commercialization of Autonomous Driving through Data Standardization, <https://www.kats.go.kr/content.do?cmsid=240&cid=23819&mode=view>, 2023.
- 3) S. Lee, Analysis and Improvement of Electric Vehicle Charger Infrastructure, M. S. Thesis, Hanyang University, Seoul, 2021.
- 4) H. Lee, KATECH, Office of Technology Policy, Strengthening European Environmental Regulations, <https://www.katech.re.kr/page/07090450-89fd-4a3f-8373-ee74cbb3e738?ac=view&post=049ce206-7fe8-4512-ba9c-36f624267f13>, 2020.
- 5) Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, As of the First Half of the Year, the Number of Registered Cars Has Exceeded 24 Million(24.02 Million), with One Car Owned for Every 2.1 Citizens, [https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_71/dtl.jsp?id=95084349](https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084349), 2020.
- 6) H. Park, Problems and Improvements for the Supply of Domestic Electric Vehicle Charging Stations, M. S. Thesis, Korea University, Seoul, 2022.
- 7) S. Yoon, J. Lee, B. Yeon, KRIHS, National Land Policy Brief: User-Centered, Eco-Friendly Vehicle Charging Infrastructure Construction Plan, [https://www.krihs.re.kr/gallery.es?mid=a10103050000&bid=0022&act=view&list\\_no=27502](https://www.krihs.re.kr/gallery.es?mid=a10103050000&bid=0022&act=view&list_no=27502), 2021.
- 8) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, The Trend is Towards Eco-Friendliness, with a Cumulative Registration of 1.36 Million Eco-Friendly Vehicles in South Korea!, <https://blog.naver.com/mltmkr/222831130481>, 2022.
- 9) Y. Kang, S. Son, S. Kim and H. Tak, "Analyzing Effect of Turning Back in Charging Stations Due to Queue on User Satisfaction and Perception Change Toward Electric Rental Cars," Journal of Korean Society of Transportation, Vol.36, No.4, pp.229-239, 2018.
- 10) M. Kim, Effects of Charging Reservation System

- on the Waiting Time of Electric Vehicles on Expressway, M. S. Thesis, Yonsei University, Seoul, 2020.
- 11) S. Shin, Analysis of SOH Reduction Rate of Li-Ion Polymer Batteries Generated During Electric Vehicle Operation, M. S. Thesis, Chungbuk National University, Geumsan, 2022.
  - 12) H. Li, D. Son and B. Jeong, Electric Vehicle Charging Scheduling with Mobile Charging Station, M. S. Thesis, Yonsei University, Seoul, 2022.
  - 13) J. Son, Route Extension of Wireless Charging Electric Vehicle in Multi-Environment, M. S. Thesis, Yonsei University, Seoul, 2022.
  - 14) U. S. National Science Foundation(NSF), Aluminum Materials Show Promising Performance for Safer, Cheaper, More Powerful Batteries, <https://www.nsf.gov/news/aluminum-materials-show-promising-performance>, 2023.
  - 15) D. Jo, Vertical Takeoff and Landing Wing Developed for Long Distance Flight and Stable Transit Flight, M. S. Thesis, Ajou University, Suwon, 2018.
  - 16) S. Kim, Secondary Automobile Accident Prevention System Using a Drone, M. S. Thesis, Kyung Hee University, Yongin, 2017.
  - 17) D. Yoon, J. Yun, J. Lim, S. Piao, Y. Sim and M. Yeoun, "Propose Concept of Electric Vehicle Charging Service to Users," Design Works, Vol.3, No.2, pp.24-33, 2020.